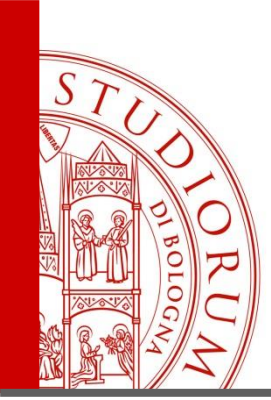


Università degli Studi di Bologna
Corso di Laurea in Ingegneria Informatica

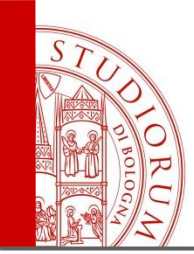
Introduzione al *Framework* .NET

Ingegneria del Software T

Prof. MARCO PATELLA
Dipartimento di Informatica – Scienza e Ingegneria (DISI)

Tecnologia COM
Component Object Model

- Nasce nel 1993
- COM è un sistema platform-independent, distribuito, object-oriented per la creazione di componenti software binari
- COM non è un linguaggio object-oriented ma uno **standard**
- COM specifica un **modello a oggetti** e **requisiti di programmazione** che permettono agli oggetti COM di interagire con altri oggetti



Tecnologia COM
Component Object Model

```
interface IUnknown
{
 virtual HRESULT QueryInterface(IID iid, void **ppvObject) = 0;
 virtual ULONG AddRef(void) = 0;
 virtual ULONG Release(void) = 0;
};
```

- **`QueryInterface`** è utilizzata per ottenere un puntatore a un'altra interfaccia, dato un **`GUID`** che identifica univocamente tale interfaccia (noto comunemente come interface ID, o IID)
  - se l'oggetto COM non implementa tale interfaccia, viene restituito un errore **`E_NOINTERFACE`**
- **`AddRef`** è utilizzato dai client per indicare che un oggetto COM viene referenziato (usato)
- **`Release`** è utilizzato dai client per indicare che hanno finito di utilizzare l'oggetto COM

Tecnologia COM
Component Object Model

- Le specifiche COM richiedono l'utilizzo di una tecnica chiamata **reference counting** per assicurare che i singoli oggetti rimangano "vivi" fintantoché esistono client che hanno ottenuto l'accesso a una o più delle loro interfacce e, di converso, che gli stessi oggetti vengano appropriatamente cancellati quando i clienti che li utilizzavano hanno finito di usarli e non ne hanno più bisogno

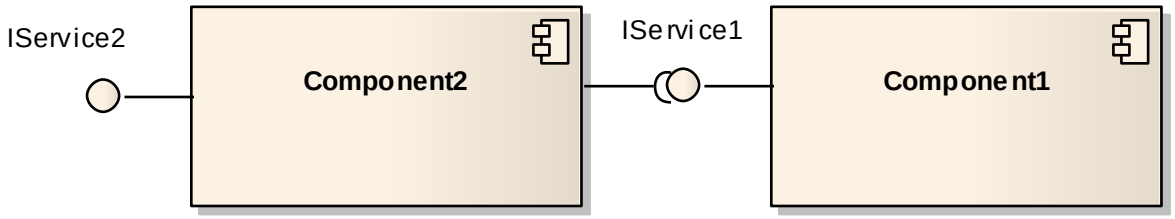
➢ **Un oggetto COM è responsabile della liberazione della propria memoria** una volta che il suo reference count arrivi a zero

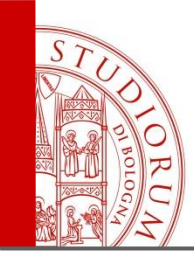
➢ Il reference counting può causare **problemi se due o più oggetti hanno riferimenti circolari**

Tecnologia COM
Component Object Model

- Ereditarietà solo con composizione e delega

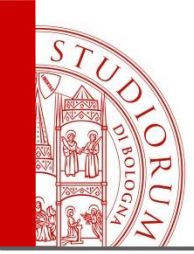
```
interface IService2 : IService1
```





Tecnologia COM
Component Object Model

- La **posizione** di ciascun componente è memorizzata nel **registro Windows**
- Di un certo componente può esistere un'unica versione installata
- Questa limitazione può complicare seriamente il **deployment** di applicazioni basate su COM, a causa della possibilità che diversi programmi, o anche diverse versioni dello stesso programma, siano progettati per funzionare con versioni diverse dello stesso componente COM
- Questa situazione è nota anche come **inferno delle DLL (DLL hell)**



Framework .NET

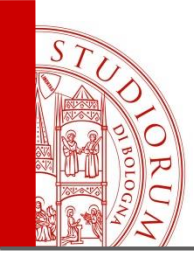
- Ambiente di esecuzione (*runtime environment*)
  + Libreria di classi (standard + estensioni MS)
- Versione 1.0 del 2002 ► v. 4.8 (versione definitiva, 7/19)

- Semplifica lo sviluppo e il *deployment*
- Aumenta l'affidabilità del codice
- Unifica il modello di programmazione

- È completamente indipendente da COM
- È fortemente integrato con COM

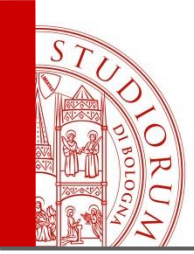
Framework .NET

- Ambiente *object-oriented*
  - Qualsiasi entità è un oggetto
  - Classi ed ereditarietà pienamente supportati
- Riduzione errori comuni di programmazione
  - ***Garbage Collector***
  - Linguaggi fortemente tipizzati – ***Type Checker***
  - Errori non gestiti ► generazione di eccezioni



Framework .NET

- Libertà di scelta del linguaggio
  - Funzionalità del *framework* disponibili in tutti i linguaggi .NET
  - I componenti della stessa applicazione possono essere scritti in linguaggi diversi
  - Ereditarietà supportata anche tra linguaggi diversi
- Possibilità di estendere una qualsiasi classe .NET (non *sealed*) mediante ereditarietà
- Diversamente da COM:
  - si usa e si estende la **classe stessa**
  - non si deve utilizzare **composizione e delega**



Framework .NET

- .NET è un'implementazione di CLI
  - *Common Language Infrastructure*
- CLI e il linguaggio C# sono standard ECMA
  - ECMA-334 (C#), ECMA-335 (CLI)
- Esistono altre implementazioni di CLI:
  - **SSCLI** (Shared Source CLI by Microsoft, per Windows, FreeBSD e Macintosh) - **Rotor**
  - **Mono** (per Linux)
  - **DotGNU**
  - **Intel OCL** (Open CLI Library)
  - …

Standard ECMA-335

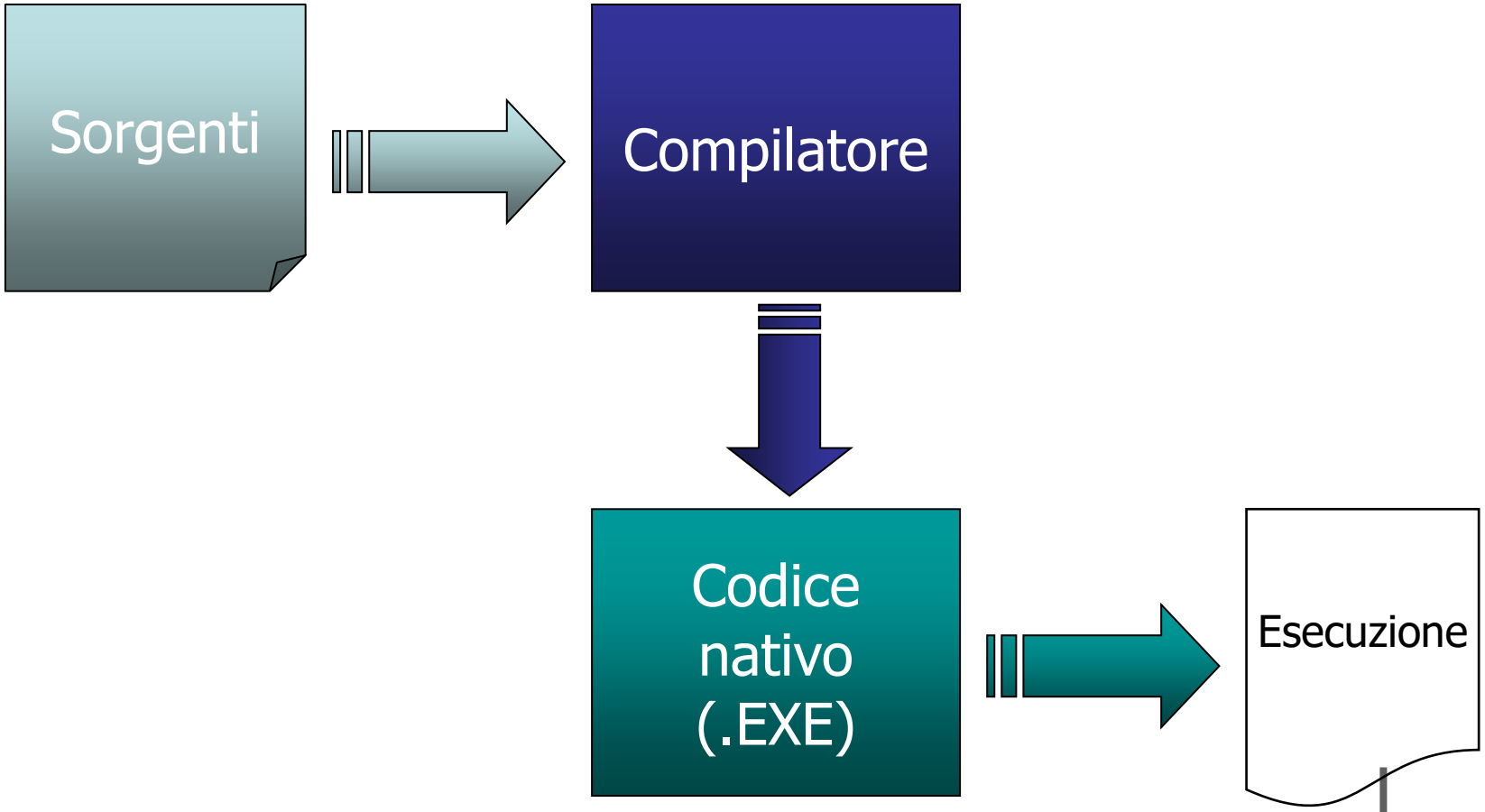
- Definisce la Common Language Infrastructure (CLI) nella quale applicazioni scritte in **diversi linguaggi di alto livello** possono essere eseguite in **diversi ambienti di sistema** senza la necessità di riscrivere l'applicazione per prendere in considerazione le caratteristiche peculiari di tali ambienti
- CLI è un **ambiente a tempo di esecuzione**, con:
  - un formato di file
  - un sistema di tipi comune
  - un sistema di metadati estensibile
  - un linguaggio intermedio
  - accesso alla piattaforma sottostante
  - una libreria di classi base

Framework .NET

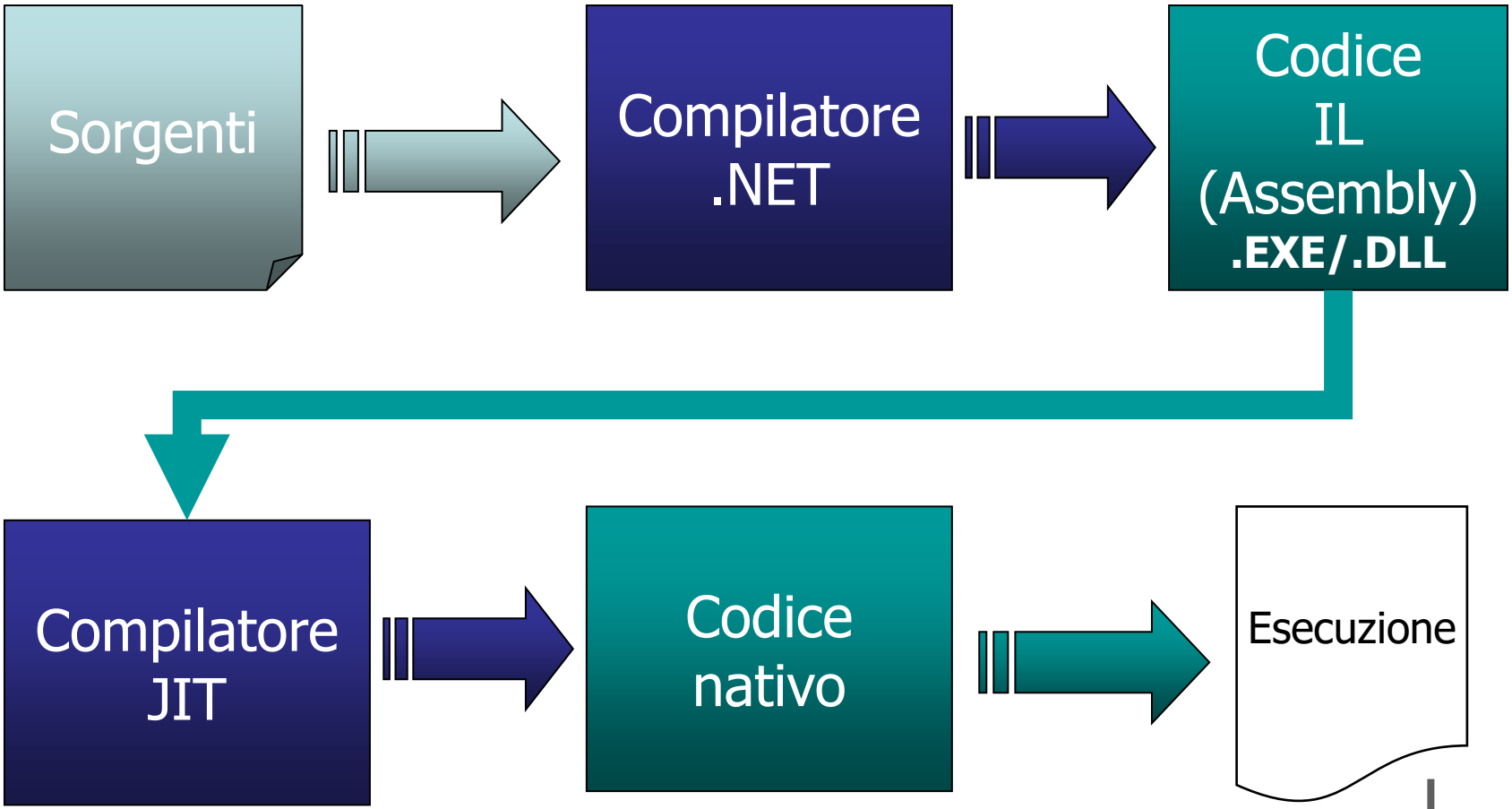
- Concetti chiave:
  - (Microsoft) ***Intermediate Language*** - (MS)**IL**
  - ***Common Language Runtime*** **– CLR**
    - ambiente di esecuzione *runtime* per le applicazioni .NET
    - il codice che viene eseguito sotto il suo controllo si dice **codice gestito** (*managed*)
  - ***Common Type System*** **– CTS**
    - tipi di dato supportati dal *framework* .NET
    - consente di fornire un modello di programmazione unificato
  - ***Common Language Specification*** **– CLS**
    - regole che i linguaggi di programmazione devono seguire per essere interoperabili all'interno del *framework* .NET
    - sottoinsieme di CTS

Codice interpretato

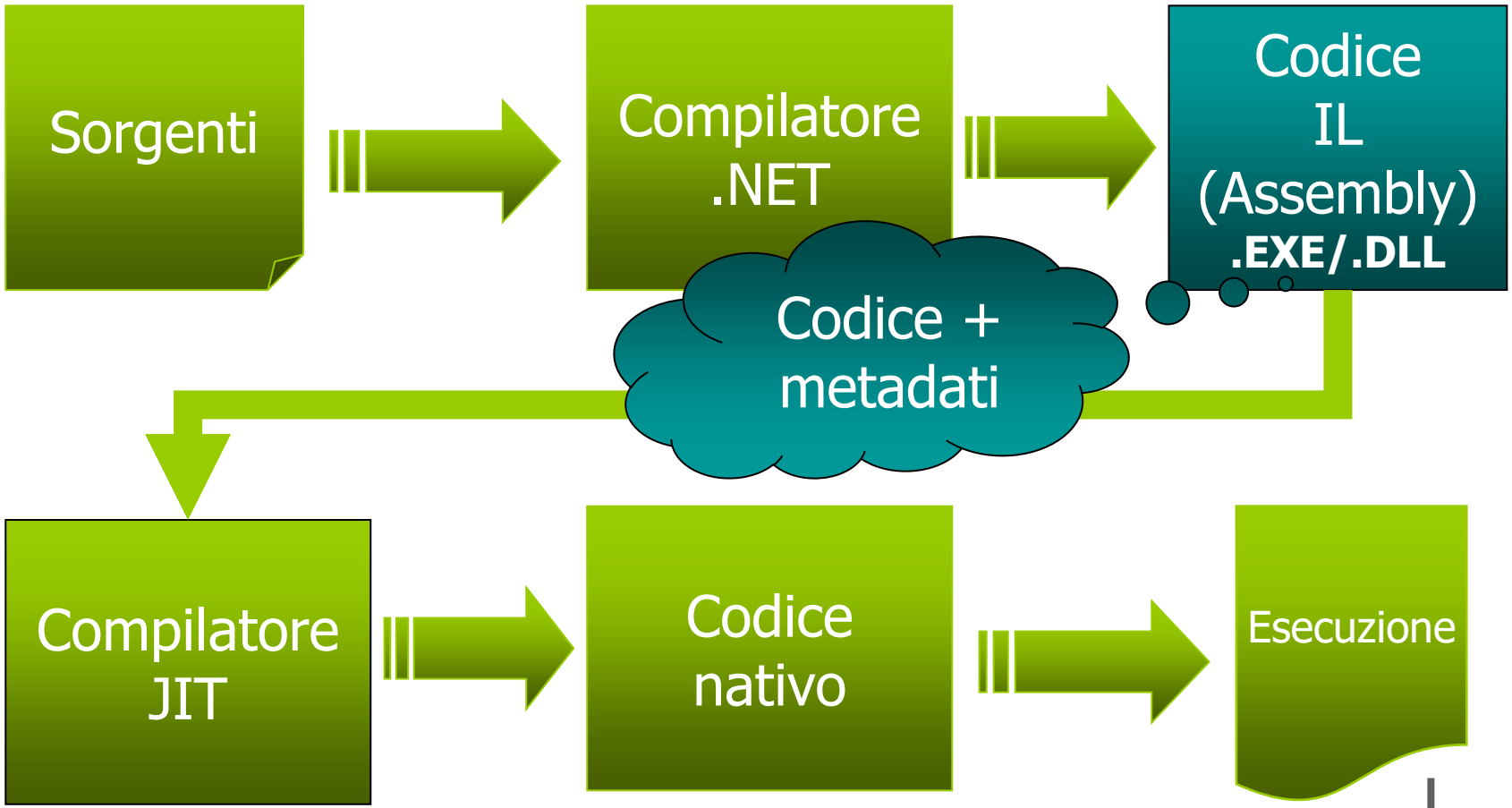
Codice nativo



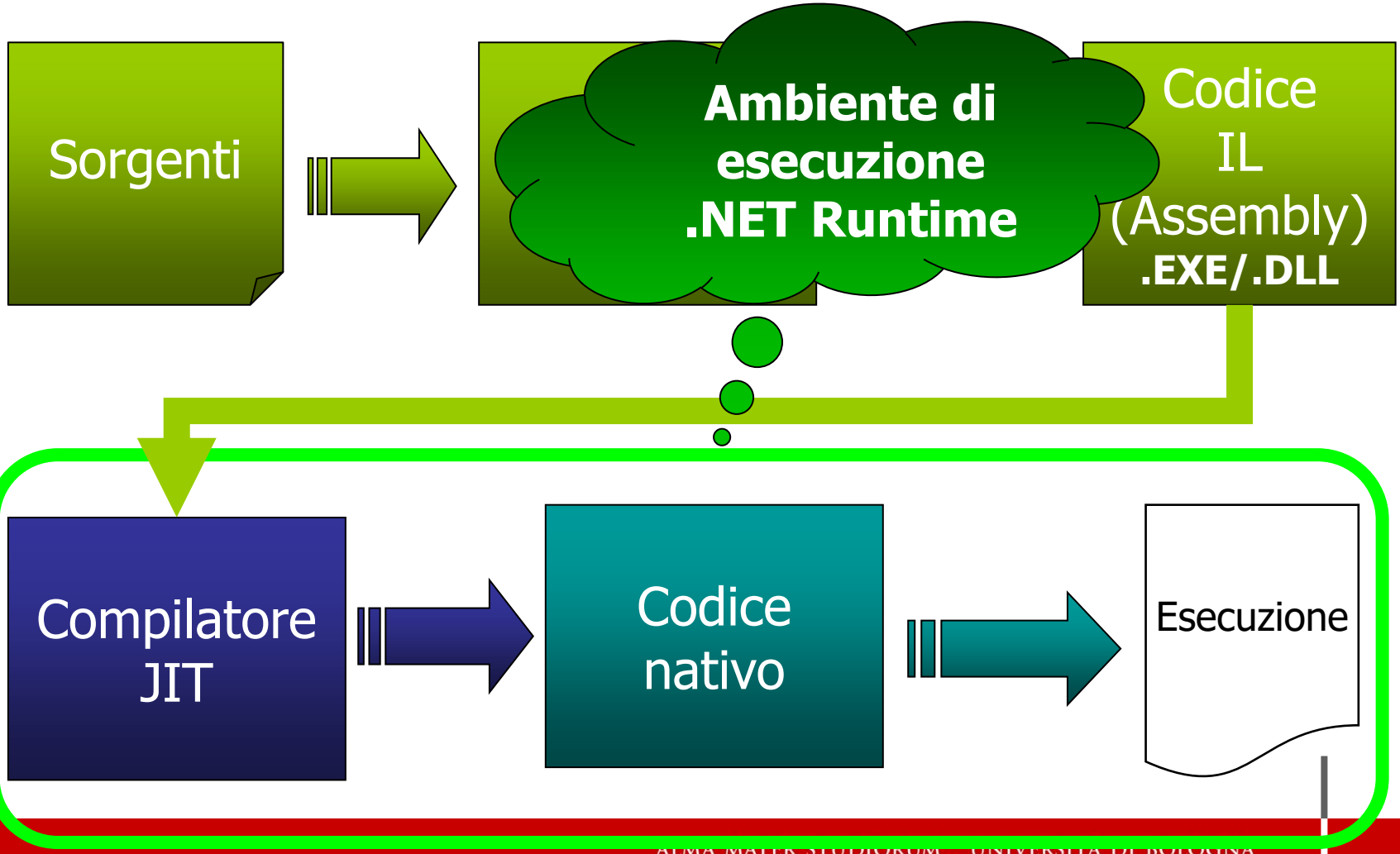
Codice IL


Sorgenti
Compilatore .NET
Codice IL (Assembly) .EXE/.DLL
Compilatore JIT
Codice nativo
Esecuzione

Codice IL

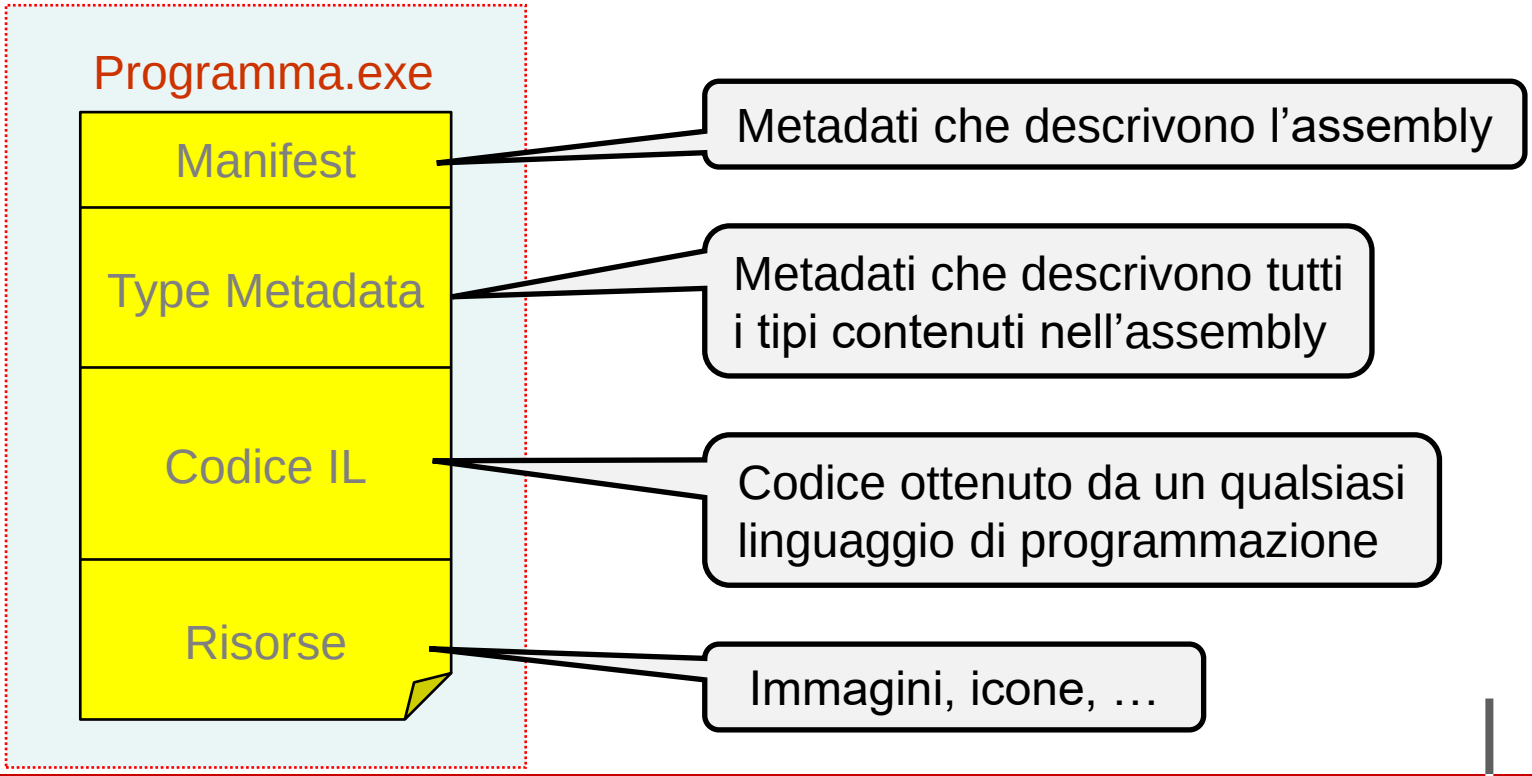

Sorgenti
Compilatore .NET
Codice IL (Assembly) .EXE/.DLL
Codice + metadati
Compilatore JIT
Codice nativo
Esecuzione

Codice IL


Sorgenti
Ambiente di esecuzione .NET Runtime
Codice IL (Assembly) .EXE/.DLL
Compilatore JIT
Codice nativo
Esecuzione

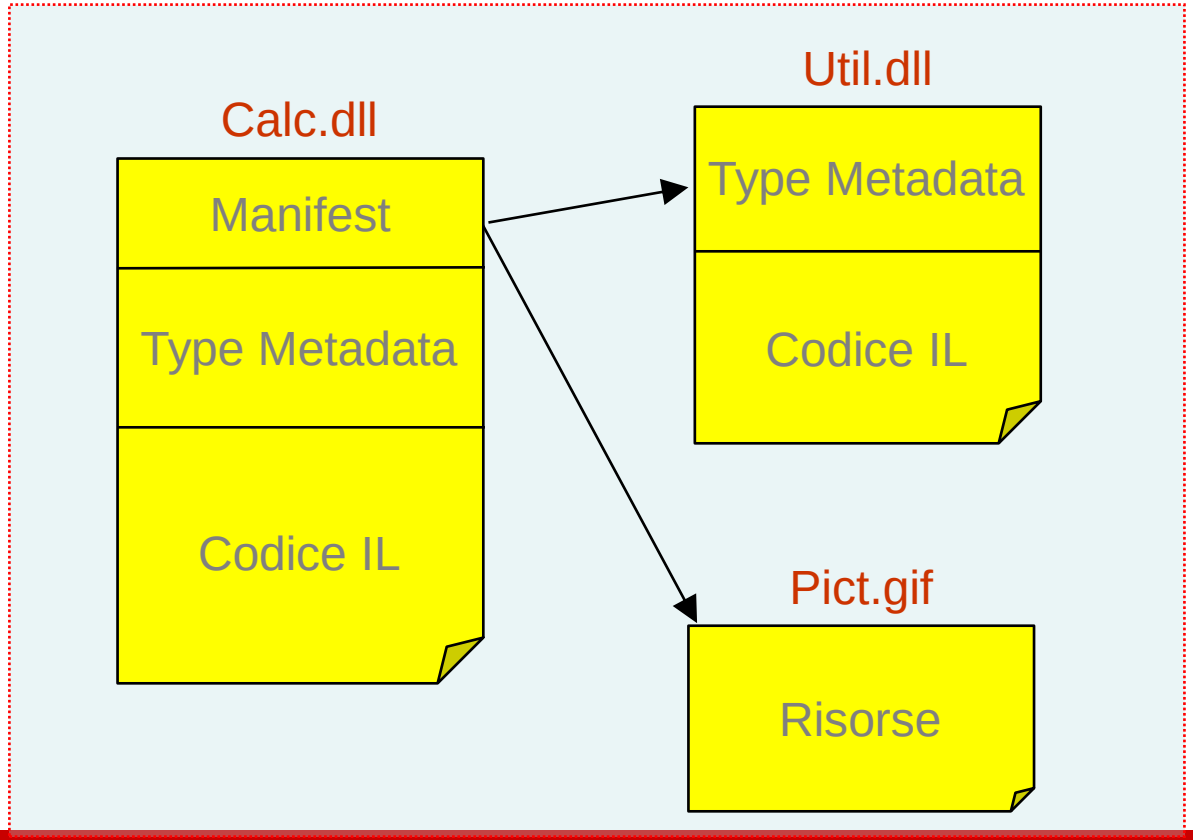
Assembly

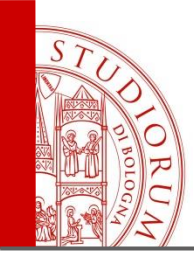
- Unità minima per la distribuzione e il versioning
- Normalmente è composto da un solo file



Assembly

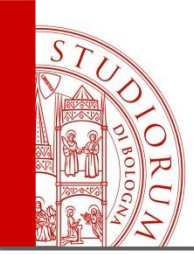
- Ma può essere composto anche da più file (*module*)





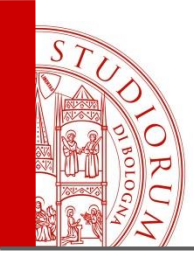
Metadati

- Descrizione dell'assembly - Manifest
  - Identità: nome, versione, cultura [, public key]
  - Lista dei file che compongono l'assembly
  - Riferimenti ad altri assembly da cui si dipende
  - Permessi necessari per l'esecuzione
  - ...
- Descrizione dei tipi contenuti nell'assembly
  - Nome, visibilità, classe base, interfacce
  - Campi (attributi membro), metodi, proprietà, eventi, …
  - Attributi (caratteristiche aggiuntive)
    - definiti dal compilatore
    - definiti dal framework
    - definiti dall'utente



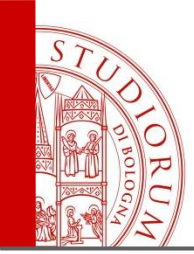
Chi usa i metadati?

- Compilatori
  - Compilazione condizionale
- Ambienti RAD (Rapid Application Development)
  - Informazioni sulle proprietà dei componenti
    - Categoria
    - Descrizione
    - Editor specializzati per tipo di proprietà
- Tool di analisi dei tipi e del codice
  - Intellisense, ILDASM, Reflector, …
- Sviluppatori – **Reflection** (introspezione)
  - Analisi del contenuto di un assembly



Assembly

```
.assembly Hello { }
.assembly extern mscorlib { }
.method public static void main()
{
   .entrypoint
   ldstr "Hello IL World!"
   call void [mscorlib]System.Console::WriteLine
    (class System.String)
   ret
}

ilasm helloil.il
```



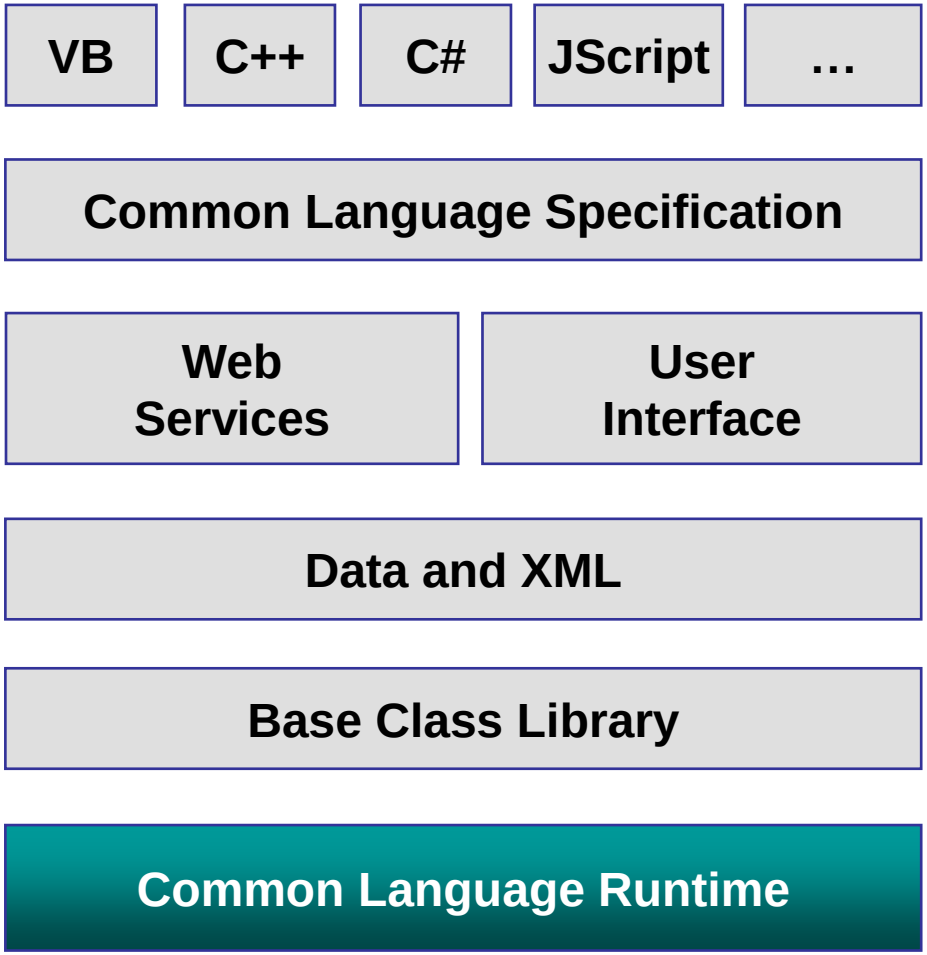
Assembly

- **Assembly privati**
  - Utilizzati da un'applicazione specifica
  - *Directory* applicazione (e *sub-directory*)
- **Assembly condivisi**
  - Utilizzati da più applicazioni
  - ***Global Assembly Cache*** (**GAC**)
  - c:\windows\assembly
- **Assembly scaricati da URL**
  - *Download cache*
  - c:\windows\assembly\download

Deployment semplificato

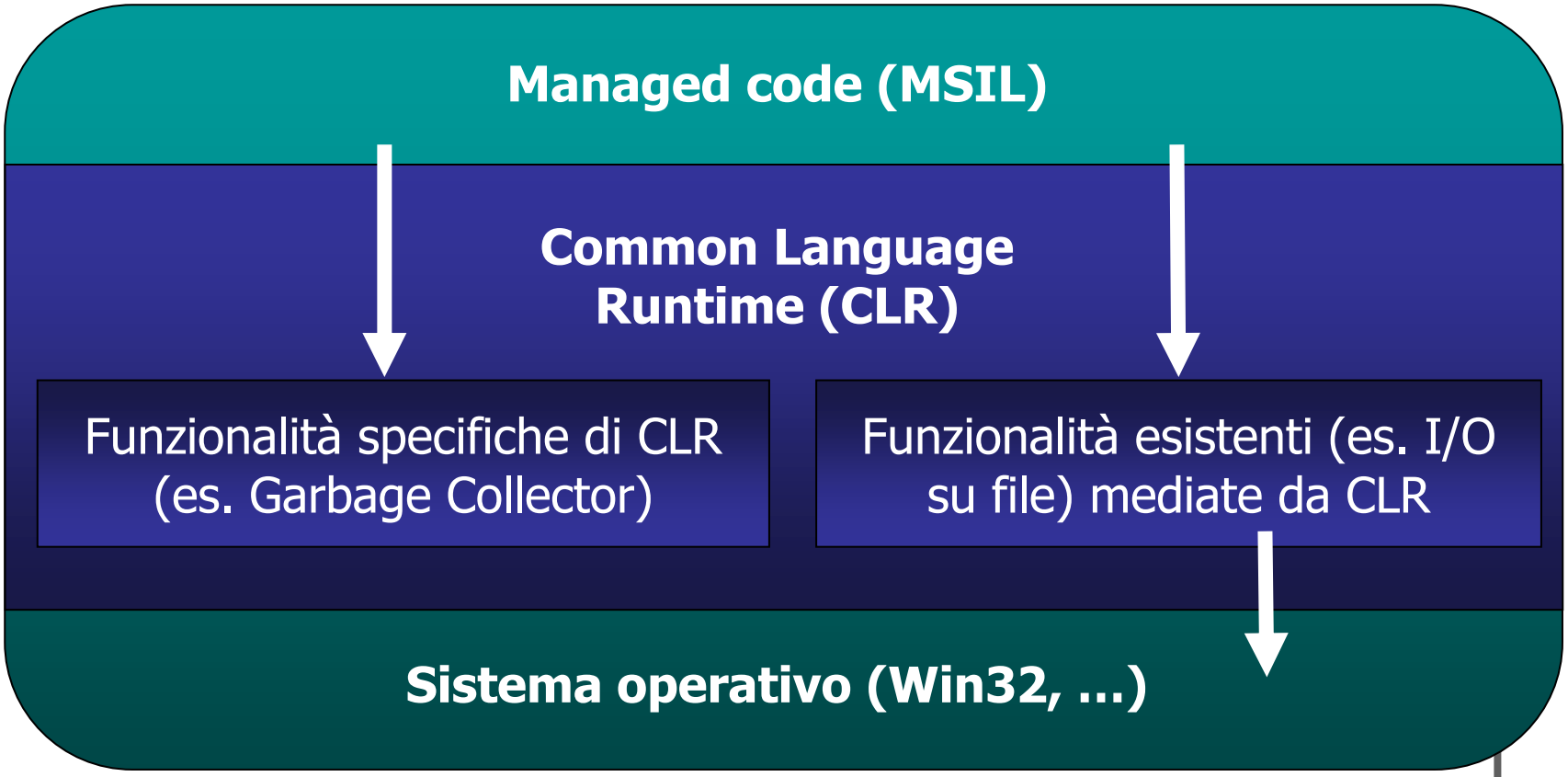
- Installazione senza effetti collaterali
  - Applicazioni e componenti possono essere
    - condivisi o
    - privati
- Esecuzione *side-by-side*
  - Versioni diverse dello stesso componente possono coesistere, anche nello stesso processo

Common Language Runtime

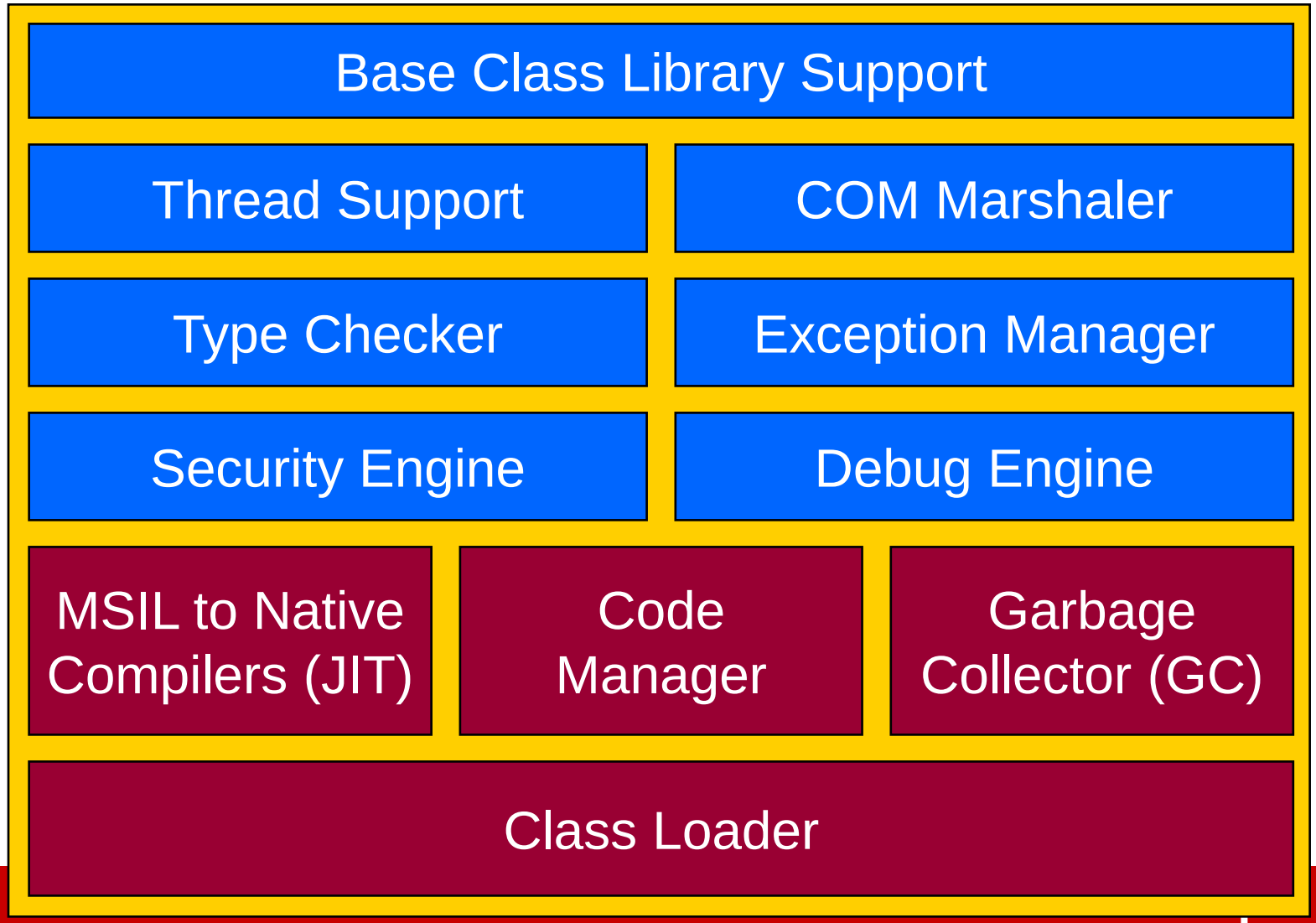


Common Language Runtime

- IL CLR offre vari servizi alle applicazioni

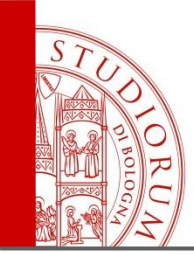


Common Language Runtime



Garbage Collector

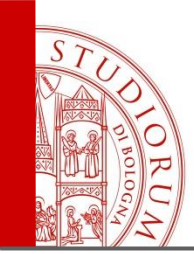
- Gestisce il ciclo di vita di tutti gli oggetti .NET
- Gli oggetti vengono distrutti automaticamente quando non sono più referenziati
- A differenza di COM,
  non si basa sul *Reference Counting*
  - Maggiore velocità di allocazione ☺
  - Consentiti i riferimenti circolari ☺
  - Perdita della distruzione deterministica 😐



Gestione delle eccezioni

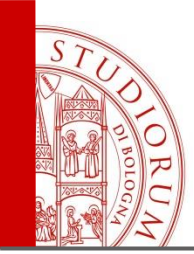
- Un'eccezione è
  - una condizione di errore
  - un comportamento inaspettato

  incontrato durante l'esecuzione del programma
- Un'eccezione può essere generata da
  - codice del programma in esecuzione
  - ambiente di *runtime*
- In CLR, un'eccezione è un oggetto che eredita dalla classe **`System.Exception`**
- Gestione uniforme, elimina
  - codici **`HRESULT`** di COM
  - codici di errore Win32
  - …



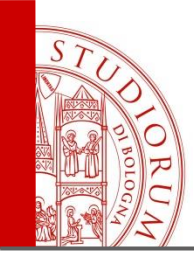
Gestione delle eccezioni

- Concetti universali
  - Lanciare un'eccezione (**`throw`**)
  - Catturare un'eccezione (**`catch`**)
  - Eseguire codice di uscita da un blocco controllato (**`finally`**)
- Disponibile in tutti i linguaggi .NET con sintassi diverse



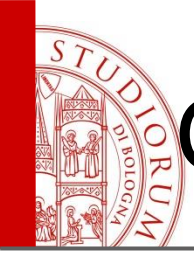
Common Type System

- Tipi di dato supportati dal *framework* .NET
  - Alla base di tutti i linguaggi .NET
- Fornisce un modello di programmazione unificato
- Progettato per linguaggi object-oriented, procedurali e funzionali
  - Esaminate caratteristiche di 20 linguaggi
  - Tutte le funzionalità disponibili con IL
  - Ogni linguaggio utilizza alcune caratteristiche



Common Type System

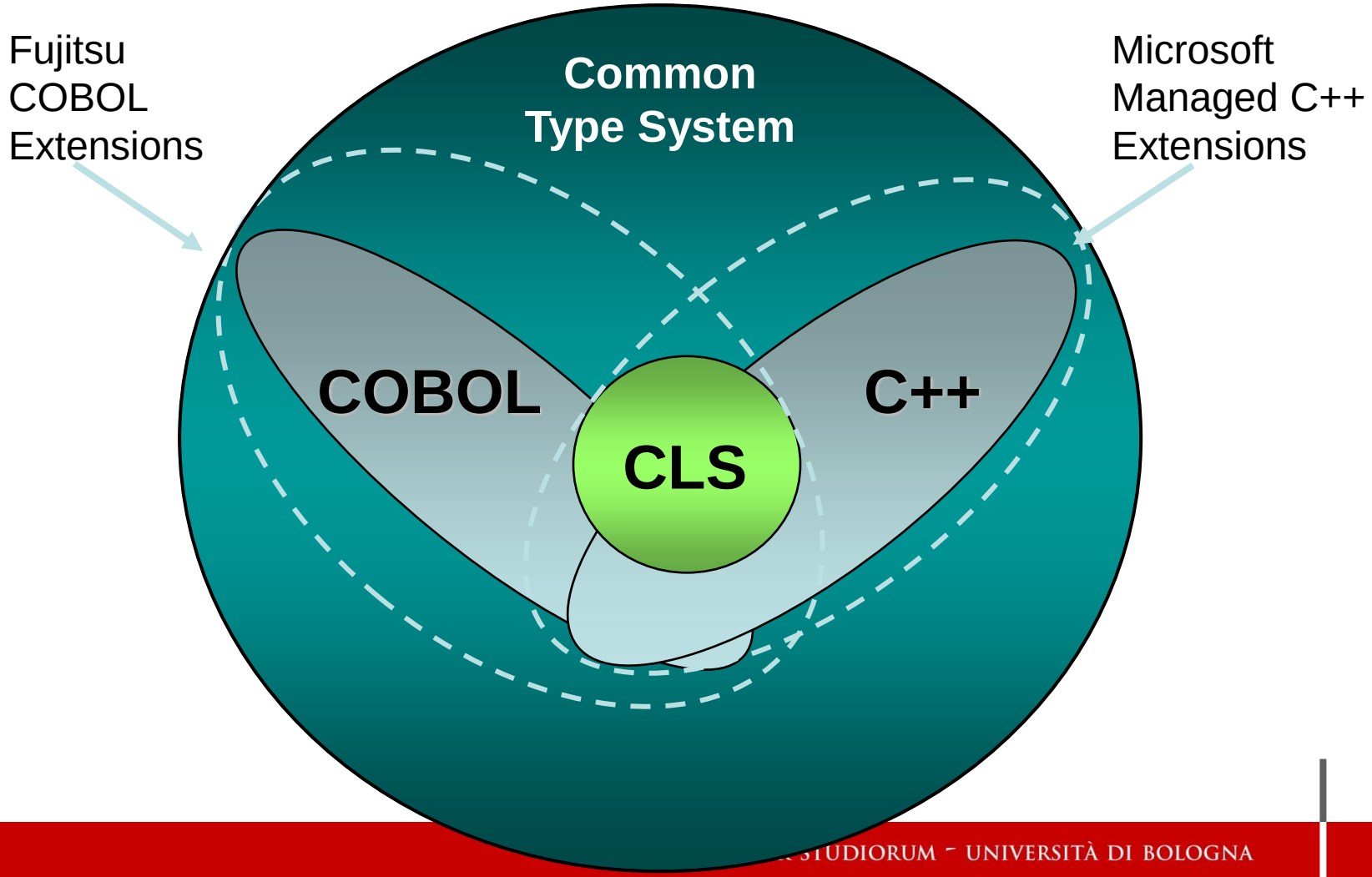
- Alla base di tutto ci sono i tipi:
  classi, **strutture**, **interfacce**, **enumerativi**, **delegati**
- Fortemente tipizzato (*compile-time*)
- *Object-oriented*
  - Campi, metodi, tipi annidati, proprietà, ...
- *Overload* di metodi (*compile-time*)
- Invocazione metodi virtuali risolta a *run-time*
- Ereditarietà singola di estensione
- Ereditarietà multipla di interfaccia



Common Language Specification

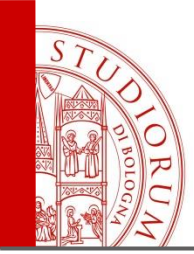
- Definisce le regole di compatibilità tra linguaggi (sottoinsieme di CTS)
  - Regole per gli identificatori
    - Unicode, *case-sensitivity*
    - *Keyword*
  - Regole per denominazione proprietà ed eventi
  - Regole per costruttori degli oggetti
  - Regole di *overload* più restrittive
  - Ammesse interfacce multiple con metodi con lo stesso nome
  - Non ammessi puntatori *unmanaged*
  - …

Common Language Specification



Common Type System
Tipi nativi

CTS	C#
System.Object	object
System.String	string
System.Boolean	bool
System.Char	char
System.Single	float
System.Double	double
System.Decimal	decimal
System.SByte	sbyte
System.Byte	byte
System.Int16	short
System.UInt16	ushort
System.Int32	int
System.UInt32	uint
System.Int64	long
System.UInt64	ulong

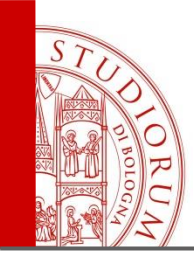


Common Type System

- Tutto è un oggetto
  - **`System.Object`** è la classe radice
- Due categorie di tipi
  - **Tipi riferimento**
    - Riferimenti a oggetti allocati sull'***heap*** gestito
    - Indirizzi di memoria
  - **Tipi valore**
    - Allocati sullo ***stack*** o parte di altri oggetti
    - Sequenza di byte

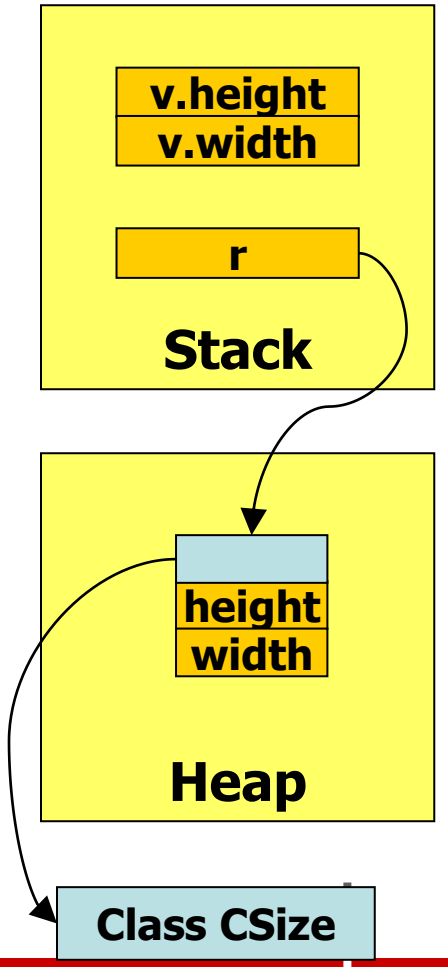
Common Type System
Tipi valore

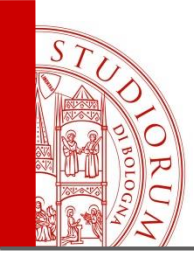
- I tipi valore comprendono:
  - Tipi primitivi (*built-in*)
    - Int32, …
    - Single, Double
    - Decimal
    - Boolean
    - Char
  - Tipi definiti dall'utente
    - Strutture (**`struct`**)
    - Enumerativi (**`enum`**)



Common Type System
Tipi valore vs tipi riferimento

```
public struct Size
{
  public int height;
  public int width;
}
public class CSize
{
  public int height;
  public int width;
}
public static void Main()
{
  Size v;            // v istanza di Size
  v.height = 100;    // ok
  CSize r;           // r è un reference
  r.height = 100;    // NO, r non assegnato
  r = new CSize();   // r fa riferimento a un CSize
  r.height = 100;    // ok, r inizializzata
}
```



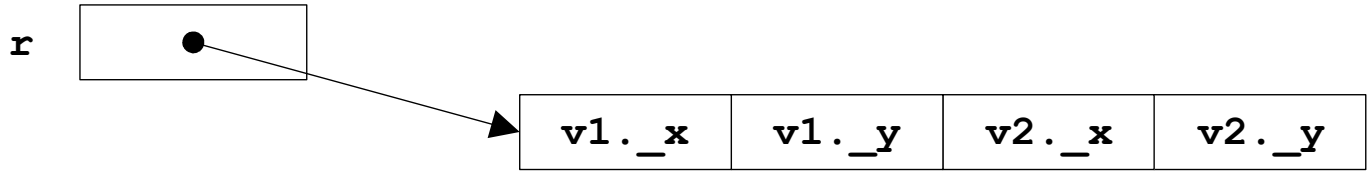


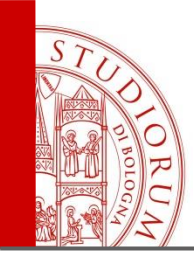
Common Type System
Tipi valore vs tipi riferimento

```
public struct Point
{
  private int _x, _y;

  public Point(int x, int y)
  {
    _x = x;
    _y = y;
  }

  public int X
  {
    get { return _x; }
    set { _x = value; }
  }

  public int Y
  {
    get { return _y; }
    set { _y = value; }
  }
}
```

Common Type System
Tipi valore vs tipi riferimento

```
public class Rectangle
{
  Point v1;
  Point v2;
  …
}
…
Rectangle r = new Rectangle();
```



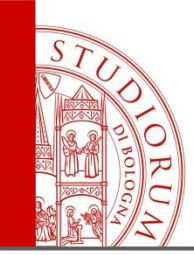


Common Type System
Tipi valore vs tipi riferimento

```
…
Point[] points = new Point[100];
for (int i = 0; i < 100; i++)
  points[i] = new Point(i, i);
…
```

- Alla fine, rimane 1 solo oggetto nell'*heap* (l'array di **`Point`**)

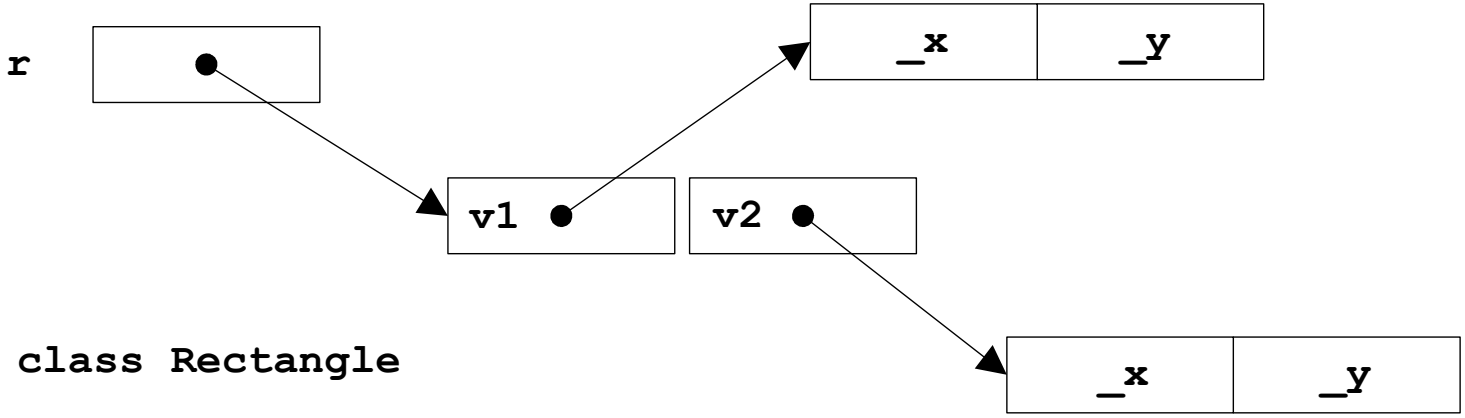
```
…
Point[] points = new Point[100];
for (int i = 0; i < 100; i++)
{
  points[i].X = i;
  points[i].Y = i;
}
…
```



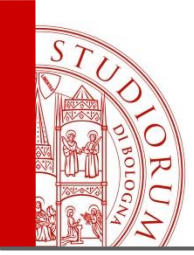
Common Type System
Tipi valore vs tipi riferimento

```
public class Point
{
  private int _x, _y;

  public Point(int x, int y)
  {
    _x = x;
    _y = y;
  }

  public int X
  {
    get { return _x; }
    set { _x = value; }
  }

  public int Y
  {
    get { return _y; }
    set { _y = value; }
  }
}
```

Common Type System
Tipi valore vs tipi riferimento




```
public class Rectangle
{
   Point v1;
   Point v2;
   …
}
…
Rectangle r = new Rectangle();
```



Common Type System
Tipi valore vs tipi riferimento

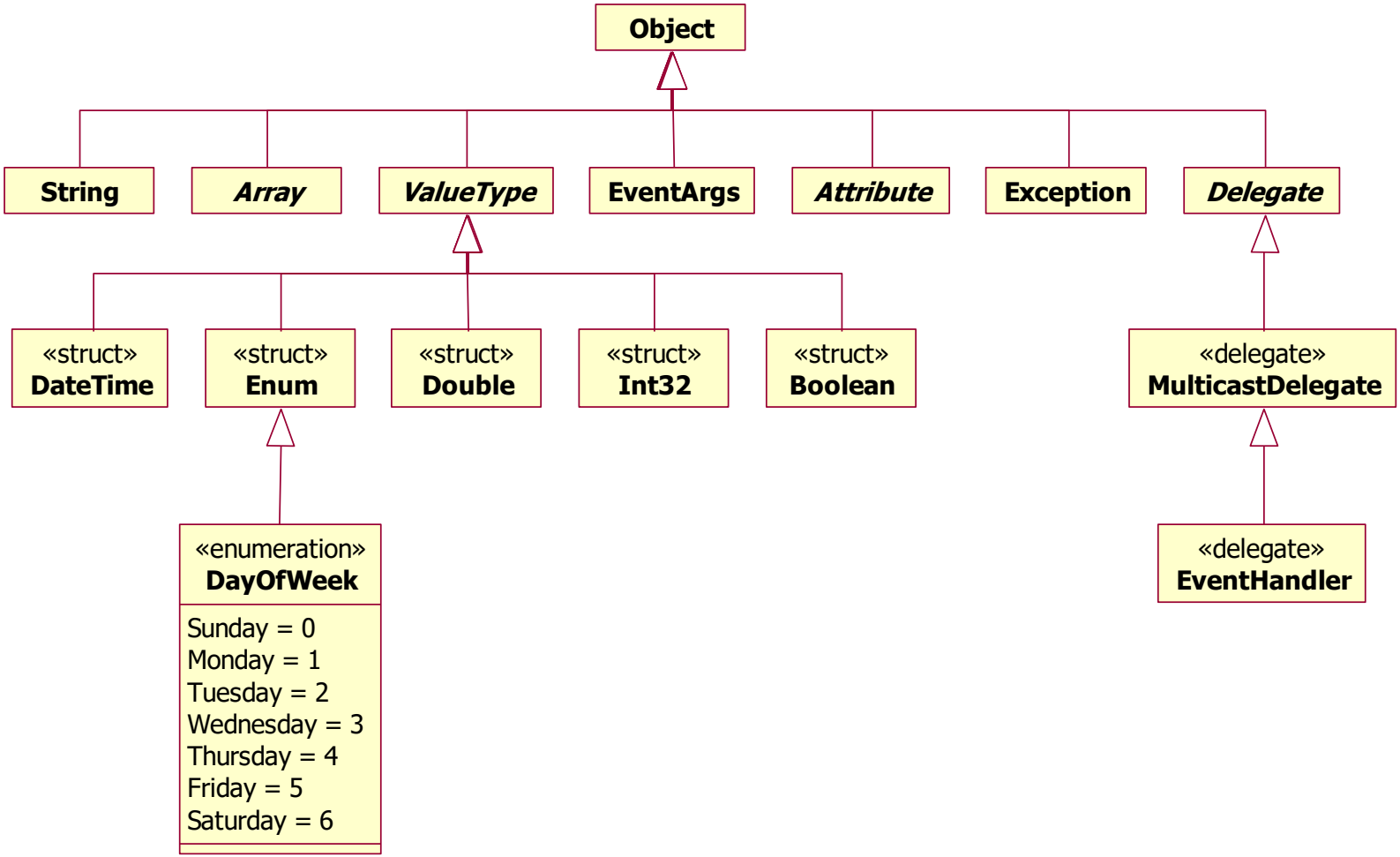
```
…
Point[] points = new Point[100];
for (int i = 0; i < 100; i++)
  points[i] = new Point(i, i);
…
```

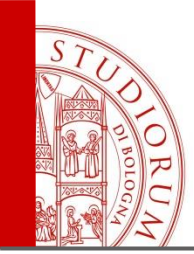
- Alla fine, rimangono 101 oggetti nell'*heap* (1 array di **`Point`** + 100 **`Point`**)

```
…
Point[] points = new Point[100];
for (int i = 0; i < 100; i++)
{
  points[i].X = i;
  points[i].Y = i;
}
…
```

NO!

Common Type System
Tipi valore e tipi riferimento





Boxing / Unboxing

- Un qualsiasi tipo valore può essere automaticamente convertito in un tipo riferimento (***boxing***) mediante un *up cast* implicito a **`System.Object`**

```
int i = 123;
object o = i;
```

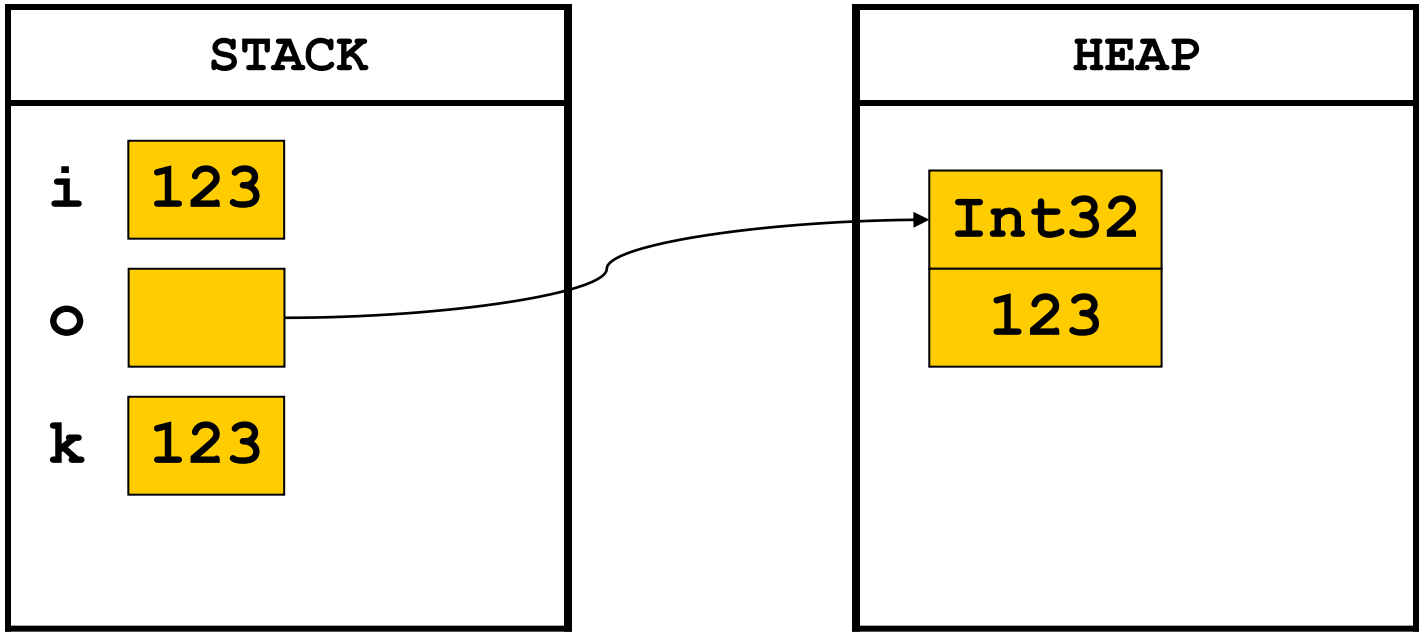
- Un tipo valore "*boxed*" può tornare a essere un tipo valore standard (***unboxing***) mediante un *down cast* esplicito

```
int k = (int) o;
```

- Un tipo valore "*boxed*" è un **clone indipendente**

Boxing / Unboxing

```
int i = 123;
object o = i;
int k = (int) o;
```



Bibliografia

Libri di base:

- *D. S. Platt*, **Introducing Microsoft® .NET**, Second Edition
- *J. Sharp, J. Jagger*, **Microsoft® Visual C#™ .NET Step by Step**
- *T. Archer, A. Whitechapel*, **Inside C#**, Second Edition
- *M. J. Young*, **XML Step by Step**, Second Edition
- *R. M. Riordan*, **Microsoft® ADO.NET Step by Step**

Libri avanzati:

- *J. Richter*, **Applied Microsoft® .NET Framework Programming**
- *C. Petzold*, **Programming Microsoft® Windows® with C#**
- *S. Lidin*, **Inside Microsoft® .NET IL Assembler**